

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

NIRASAWA, Hiroshi  
AZUSA PATENT OFFICE  
Ueno-Suzuki Bldg.  
7th Floor  
16-3, Ueno 3-Chome  
Taito-Ku, Tokyo 110-0005  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 30 August 2001 (30.08.01)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference DN93701N-P			
International application No. PCT/JP01/01446	International filing date (day/month/year) 27 February 2001 (27.02.01)	Priority date (day/month/year) 28 February 2000 (28.02.00)	
Applicant DAI NIPPON PRINTING CO., LTD. et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
- US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
- CA

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 30 August 2001 (30.08.01) under No. WO 01/63325

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer:  J. Zahra  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	--

Express Mail #EL898003155US



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP01/01446

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, 936505, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.), 18 August, 1999 (18.08.99), Full text; all drawings & JP, 11-84623, A1 Full text; all drawings & WO, 99/12075, A1	1-12
Y	EP, 940695, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.), 08 September, 1999 (08.09.99), Full text; all drawings & JP, 11-72631, A Full text; all drawings & WO, 99/01787, A1 & US, 6214495, B1	1-12
Y	JP, 9-80738, A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 28 March, 1997 (28.03.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	EP, 602829, A2 (AT&T Corp.), 22 June, 1994 (22.06.94), Full text; all drawings & JP, 6-265709, A	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 May, 2001 (09.05.01)

Date of mailing of the international search report  
22 May, 2001 (22.05.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimil No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01446

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Full text; all drawings & US, 5413884, A & TW, 242182, A & TW, 248596, A	
Y	D. M. Tennant, T. I. Koch, P. P. Mulgrew, and R. P. Gnall, Characterization of near-field holography grating masks for optoelectronics fabricated by electron beam lithography, Journal of Vacuum Science & Technology B, November/December 1992, Volume 10, Number 6, pp.2530-2535	1-12
Y	US, 5327515, A (AT&T Laboratories), 05 July, 1994 (05.07.94), Full text; all drawings & JP, 6-235808, A Full text; all drawings & EP, 606727, A & CA, 2111808, A & DE, 69325640, E	1-12
Y	JP, 7-219243, A (Nikon Corporation), 18 August, 1995 (18.08.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	US, 5981962, A (International Business Machines Corporation), 09 November, 1999 (09.11.99), Full text; all drawings; esp., description, column 16 lines 11 to 39 & JP, 11-265071, A Full text; all drawings & US, 6175122, B1	1-12
Y	JP, 3-188617, A (Matsushita Electronic Corporation), 16 August, 1991 (16.08.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	JP, 58-222523, A (Hitachi, Ltd.), 24 December, 1983 (24.12.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	JP, 59-143324, A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 16 August, 1984 (16.08.84), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	JP, 6-36994, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 10 February, 1994 (10.02.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-12



P C T

US

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 DN93701N-P	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO1/01446	国際出願日 (日.月.年) 27.02.01	優先日 (日.月.年) 28.02.00
出願人(氏名又は名称) 大日本印刷株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 4 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 3 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。





## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP, 936505, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.) 18. 8月. 1999 (18. 08. 99) 全文、全図 &JP, 11-84623, A1, 全文、全図 &WO, 99/12075, A1	1-12
Y	EP, 940695, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.) 8. 9月. 1999 (08. 09. 99) 全文、全図 &JP, 11-72631, A, 全文、全図 &WO, 99/01787, A1 &US, 6214495, B1	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 05. 01

国際調査報告の発送日

22.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

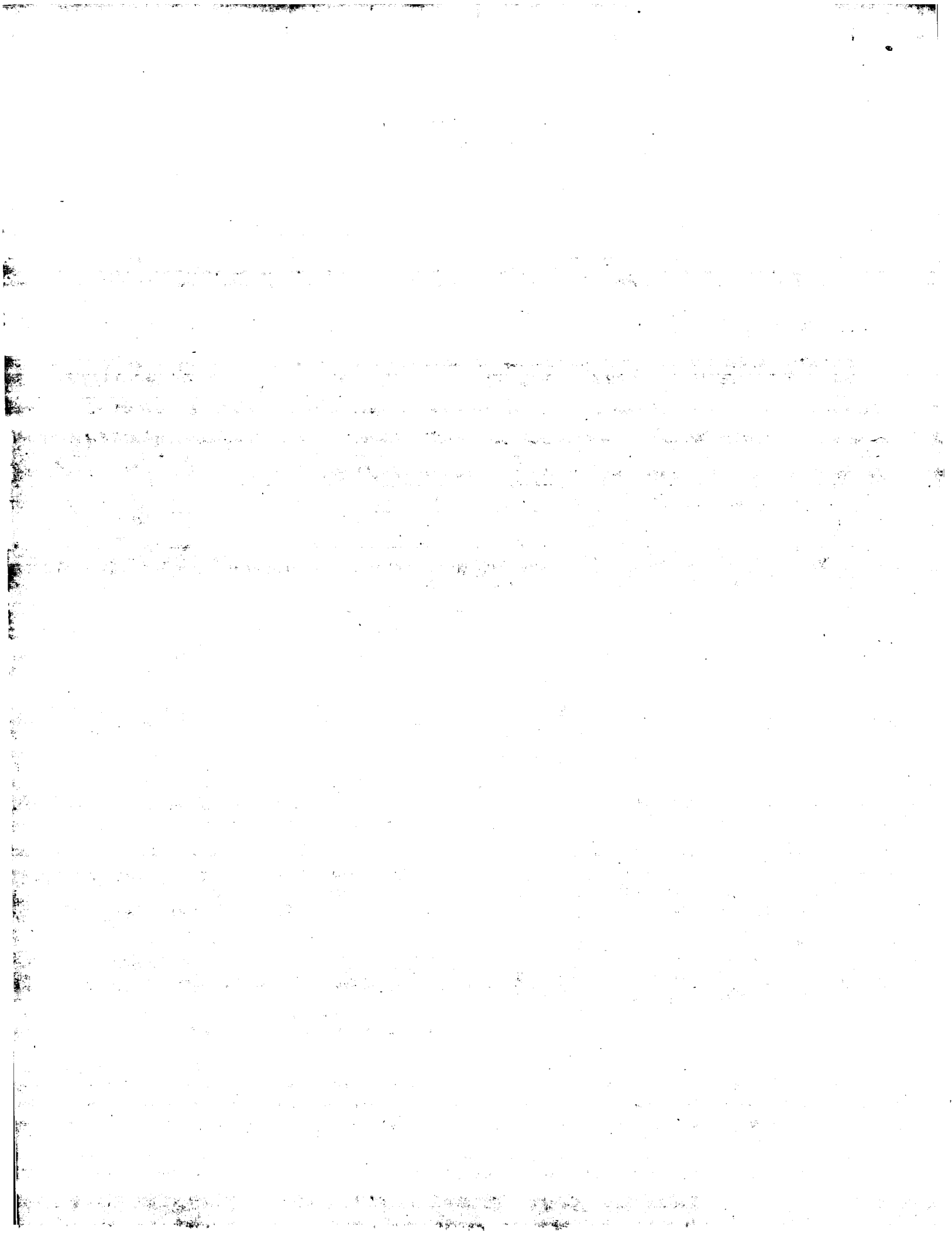
森内 正 明

印

2V

9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269



C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-80738, A (大日本印刷株式会社) 28. 3月. 1997 (28. 03. 97) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	EP, 602829, A2 (AT&T Corp.) 22. 6月. 1994 (22. 06. 94) 全文、全図 & JP, 6-265709, A, 全文、全図 & US, 5413884, A & TW, 242182, A & TW, 248596, A	1-12
Y	D. M. Tennant, T. I. Koch, P. P. Mulgrew, and R. P. Gnall, Characterization of near-field holography grating masks for optoelectronics fabricated by electron beam lithography, Journal of Vacuum Science & Technology B, November/December 1992, Volume 10, Number 6, P2530-2535	1-12
Y	US, 5327515, A (AT&T Laboratories) 5. 7月. 1994 (05. 07. 94) 全文、全図 & JP, 6-235808, A, 全文、全図 & EP, 606727, A & CA, 2111808, A & DE, 69325640, E	1-12
Y	JP, 7-219243, A (株式会社ニコン) 18. 8月. 1995 (18. 08. 95) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	US, 5981962, A (International Business Machines Corporation) 9. 11月. 1999 (09. 11. 99) 全文、全図、特に明細書第16欄第11行-第39行 & JP, 11-265071, A, 全文、全図 & US, 6175122, B1	1-12
Y	JP, 3-188617, A (松下電子工業株式会社) 16. 8月. 1991 (16. 08. 91) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP, 58-222523, A (株式会社日立製作所) 24. 12月. 1983 (24. 12. 83) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 59-143324, A (沖電気工業株式会社) 16. 8月. 1984 (16. 08. 84) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP, 6-36994, A (日本電信電話株式会社) 10. 2月. 1994 (10. 02. 94) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 8 月 30 日 (30.08.2001)

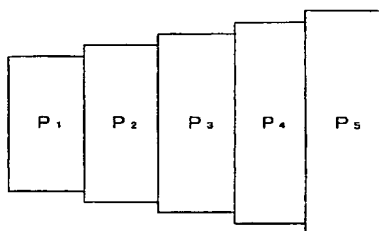
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/63325 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 5/18, 6/16, 6/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/01446
- (22) 国際出願日: 2001 年 2 月 27 日 (27.02.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-51487 2000 年 2 月 28 日 (28.02.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒162-0062 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 Tokyo (JP). 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8116 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 瀬川 敏一 (SEGAWA, Toshikazu) [JP/JP]. 栗原 正彰 (KURIHARA, Masaaki) [JP/JP]; 〒162-0062 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 小向 哲郎 (KOMUKAI, Tetsuro) [JP/JP]. 中沢 正隆 (NAKAZAWA, Masataka) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT武蔵野研究開発センタ1号館1F 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 荻澤 弘, 外(NIRASAWA, Hiroshi et al.); 〒110-0005 東京都台東区上野3丁目16番3号 上野鈴木ビル7階 荻特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CA, US.
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD OF MAKING PHASE MASK FOR MACHINING OPTICAL FIBER AND OPTICAL FIBER HAVING BRAGG DIFFRACTION GRATING PRODUCED USING THE PHASE MASK FOR MACHINING OPTICAL FIBER

(54) 発明の名称: 光ファイバー加工用位相マスクの製造方法及びその光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたブラッグ回折格子付き光ファイバー



(57) Abstract: A method of making a phase mask for machining an optical fiber in which the joint error deteriorating the spectral waveform and the group delay characteristics of an optical fiber diffraction grating is reduced. A lattice-like repetitive pattern of grooves and projection is provided on one side of a transparent substrate, and an optical fiber is irradiated with light diffracted by the repetitive pattern, thus making a diffraction grating in the optical fiber through the interference fringes of diffracted lights of different orders. When a mask where a plurality of patterns (P<sub>1</sub>-P<sub>5</sub>) having a constant ratio between the widths of the grooves and protrusions arranged in parallel and a pitch linearly or nonlinearly increasing, multiplex exposure is conducted in order

to reduce the difference between the pitch of joints between patterns having different pitch data and the pitch in the individual pattern.

[続葉有]

WO 01/63325 A1



---

(57) 要約:

本発明は、作製される光ファイバー回折格子のスペクトル波形並びに群遅延特性を悪化させる繋ぎエラーを少なくした光ファイバー加工用位相マスクの製造方法に関し、透明基板の1面に格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンが設けられ、その繰り返しパターンによる回折光を光ファイバーに照射して異なる次数の回折光相互の干渉縞により光ファイバー中に回折格子を作製する光ファイバー加工用位相マスクの製造方法において、ピッチが線形あるいは非線形に増加あるいは減少し、凹溝と凸条の幅の比が一定の複数のパターン ( $P_1 \sim P_5$ ) を相互に並列したマスクを作製する際に、異なるピッチデータを持つパターン間の接続部分のピッチと個別パターン内のピッチとのずれを小さくするために多重露光する。



## 明 細 書

光ファイバー加工用位相マスクの製造方法及びその光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたブラック回折格子付き光ファイバー

## 技 術 分 野

本発明は、光ファイバー加工用位相マスクの製造方法及びその光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたブラック回折格子付き光ファイバーに関し、特に、光通信等に用いられる光ファイバー内に紫外線レーザ光を使用して回折格子を作製するための位相マスクの製造方法とそのマスクを用いて作製されたブラック回折格子付き光ファイバーに関するものである。

## 背 景 技 術

光ファイバーは地球規模の通信に大革命をもたらし、高品質、大容量の大洋横断電話通信を可能にしたが、従来より、この光ファイバーに沿ってコア内に周期的に屈折率分布を作り出し、光ファイバー内にブラック回折格子を作り、その回折格子の周期と長さ、屈折率変調の大きさによって回折格子の反射率の高低と波長特性の幅を決めることにより、その回折格子を光通信用の波長多重分割器、レーザやセンサーに使用される狭帯域の高反射ミラー、ファイバーアンプにおける余分なレーザ波長を取り除く波長選択フィルター等として利用できることが知られている。

しかし、石英光ファイバーの減衰が最小となり、長距離通信システムに適している波長は1.55  $\mu\text{m}$ であることにより、この波長で光ファイバー回折格子を使用するためには、格子間隔を約500 nmとする必要があり、このような細か

い構造をコアの中に作ること自体が当初は難しいとされており、光ファイバーのコア内にブラック回折格子を作るのに、側面研磨、フォトリソプロセス、ホログラフィー露光、反応性イオンビームエッチング等からなる何段階もの複雑な工程がとられていた。このため、作製時間が長く、歩留まりも低かった。

しかし、最近、紫外線を光ファイバーに照射し、直接コア内に屈折率の変化をもたらす回折格子を作る方法が知られるようになり、この紫外線を照射する方法は複雑なプロセスを必要としないため、周辺技術の進歩と共に次第に実施されるようになってきた。

この紫外光を用いる方法の場合、上記のように格子間隔が約500nmと細かいため、2本の光束を干渉させる干渉方法、(エキシマレーザからのシングルパルスを集光して回折格子面を1枚ずつ作る)1点毎の書き込みによる方法、グレーティングを持つ位相マスクを使って照射する方法等がとられている。

上記の2光束を干渉させる干渉方法には、横方向のビームの品質、すなわち空間コヒーレンスに問題があり、1点毎の書き込みによる方法には、サブミクロンの大きさの緻密なステップ制御が必要で、かつ光を小さく取り込み多くの面を書き込むことが要求され、作業性にも問題があった。

このため、上記問題に対応できる方法として、位相マスクを用いる照射方法が注目されるようになってきたが、この方法は図5(a)に示すように、石英基板の1面に凹溝を所定のピッチで所定の深さに設けた位相シフトマスク21を用いて、KrFエキシマレーザ光(波長:190~300nm)23をそのマスク21照射し、光ファイバー22のコア22Aに直接屈折率の変化をもたらす、グレーティング(格子)を作製するものである(符号22Bは光ファイバー22のクラッドを示す)。なお、図5(a)には、コア22Aにおける干渉縞パターン24を分かりやすく拡大して示してある。図5(b)、図5(c)はそれぞれ位相マスク21の断面図、それに対応する上面図の一部を示したものである。位相マスク21は、その1面に繰り返しピッチPで深さDの凹溝26を設け、凹溝26間に略同じ幅の凸条27を設けてなるバイナリ位相型回折格子状の構造を有するものである。

位相マスク 2 1 の凹溝 2 6 の深さ (凸条 2 7 と凹溝 2 6 との高さの差) D は、露光光であるエキシマレーザ光 (ビーム) 2 3 の位相を  $\pi$  ラジアンだけ変調するように選択されており、0 次光 (ビーム) 2 5 A は位相シフトマスク 2 1 により 5 % 以下に抑えられ、マスク 2 1 から出る主な光 (ビーム) は、回折光の 3 5 % 以上を含むプラス 1 次の回折光 2 5 B とマイナス 1 次の回折光 2 5 C に分割される。このため、このプラス 1 次の回折光 2 5 B とマイナス 1 次の回折光 2 5 C による所定ピッチの干渉縞の照射を行い、このピッチでの屈折率変化を光ファイバー 2 2 内にもたらすものである。

上記のような位相マスク 2 1 を用いて作製する光ファイバー中のグレーティングはピッチが一定のものであり、そのためその作製に用いられる位相マスク 2 1 の凹溝 2 6 のピッチも一定のものであった。

このような位相マスクを作製するには、電子線レジストを塗布した石英基板上の凹溝 2 6 に相当する位置を電子線描画装置により描画して、描画部をエッチング除去することにより作製していた。

ところで、最近、光ファイバー中に形成するブラック回折格子として、格子のピッチが格子溝に直交する方向 (格子の繰返し方向) の位置に応じて線形あるいは非線形に増加あるいは減少しているチャープドグレーティングが要求されるようになってきた。このようなグレーティングは、例えば反射帯域を広げた高反射ミラー、光ファイバーの波長分散を補償する手段として用いられる。

このように格子のピッチが光ファイバーの長さ方向の位置に応じて線形あるいは非線形に変化するグレーティングを、位相マスクを用いてプラス 1 次の回折光とマイナス 1 次の回折光の干渉により作製しようとする場合、位相マスクの凹溝のピッチも、図 5 (a) の原理より明らかなように、同様に位置に応じて線形あるいは非線形に増加あるいは減少する必要がある (位相マスクの凹溝のピッチがより小さければ、プラス 1 次回折光とマイナス 1 次回折光のなす角度がより大きくなり、干渉縞のピッチはより小さくなる。)。このような位相マスクを電子線描画装置により描画して作製するには、従来、凹溝あるいはその間の凸条をマスクの全範囲にわたって描くための多くの描画データを必要とし、製造が困難にな

る場合がある。このとき、描画データはアドレスグリッドの関係から、誤差が発生する問題がある。

また、線形あるいは非線形に変化するグレーティングを作製する際に、格子のピッチが異なるパターン間の接続において、ピッチのズレ（繋ぎエラー）という問題が発生する。このような繋ぎエラーを持った位相マスクを用いて作製された光ファイバー回折格子は、図16に反射特性を例示するように、本来のスペクトル以外の不要なピークが多数生じてしまう。また、チャープドグレーティングにおいては、その群遅延特性に揺らぎが生じ、光ファイバーの分散補償に用いる場合、重要な問題となり得る。

### 発 明 の 開 示

本発明は従来技術のこのような問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、光ファイバー加工用位相マスクにおいて、作製される光ファイバー回折格子のスペクトル波形並びに群遅延特性を悪化させる繋ぎエラーを少なくした光ファイバー加工用位相マスクの製造方法を提供することである。本発明は、また、このような光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたブラック回折格子付き光ファイバーを含むものである。

上記目的を達成する本発明の光ファイバー加工用位相マスクの製造方法は、透明基板の1面に格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンが設けられ、その繰り返しパターンによる回折光を光ファイバーに照射して異なる次数の回折光相互の干渉縞により光ファイバー中に回折格子を作製する光ファイバー加工用位相マスクの製造方法において、ピッチが線形あるいは非線形に増加あるいは減少し、凹溝と凸条の幅の比が一定の複数のパターンを相互に並列したマスクを作製する際に、異なるピッチデータを持つパターン間の接続部分のピッチと個別パターン内のピッチとのずれを小さくするために多重露光することを特徴とする方法である。

この場合に、異なるピッチデータを持つ複数のパターンを並列して多重描画する際に、同一方向に多重描画するようにしてもよいし、逆方向に多重描画するようにしてもよい。

また、格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンのピッチは、近赤外域の光を反射させるために、通常  $0.85\ \mu\text{m} \sim 1.25\ \mu\text{m}$  の間で変化するように設定される。

また、格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンの凹溝と凸条の高さの差は、光ファイバー加工用の紫外線が透過する際に位相が略  $\pi$  だけずれる大きさであることが望ましい。

また、格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンは一つの凹溝と凸条からなる基本パターンの描画データを基本とし、その基本パターンの描画データの縮尺を変えてピッチが異なる凹溝と凸条からなるパターンを連続的に描画することにより作製するようにすることができる。

この場合に、格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンのピッチの位置に応じた変化は、光ファイバー中に作製される回折格子のピッチの変化に応じて定められ、その基本パターンの描画データの縮尺に応じた変化により与えられるようにすることが望ましい。

なお、描画は、電子線描画装置あるいはレーザ光描画装置にて行うことができる。

本発明は、上記の何れかの製造方法によって製造された光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたブラック回折格子付き光ファイバーも含むものである。

そのブラック回折格子付き光ファイバーは、例えば光ファイバーの分散補償用途に使用されるものであり、そのブラック回折格子付き光ファイバーの群遅延揺らぎは  $\pm 10\ \text{ps}$  以内になっているものである。

本発明においては、凹溝と凸条の幅の比が一定の複数のパターンを相互に並列したマスクを作製する際に多重露光するので、図1に示すように、位置精度のずれが平均化され、それによってピッチが異なるパターンの接続部分の繋ぎエラーが小さくなる。そのため、従来のような異なるピッチのパターンを並列接続したときの繋ぎエラーの発生が低減され、このような位相マスクを使用して作製されたブラック回折格子付き光ファイバーにおいては、本来のスペクトル以外の不要

なピークが低減され、また、群遅延特性において揺らぎが低減される。

本発明の製造方法は、縮尺率を変えて描画する方法でも、異なるピッチの格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンデータを並列して描画する方法のどちらの場合でも、有効である。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明によりパターンの接続部分の繋ぎエラーが小さくなる原理を説明するための図である。

図2は位相マスクの製造方法において用いられる電子線描画方法と位相マスクの断面を示す図である。

図3は異なるピッチを持つパターンを接続してピッチが変化するパターンを描画する様子を示す図である。

図4は本発明の位相マスクの製造方法の1実施例の工程を示した断面図である。

図5は光ファイバー加工とそれに用いられる位相マスクを説明するための図である。

図6は電子線描画装置を用いて位相マスクのパターンを電子線描画する様子を模式的に示す図である。

図7は異なるピッチを持つ複数のパターンを逆方向に多重描画する様子を示す図である。

図8は異なるピッチを持つ複数のパターンを同一方向に多重描画する様子を示す図である。

図9は本発明の1具体例により作製されたブラック回折格子付き光ファイバーの反射特性を示す図である。

図10は描画回数1回のチャープド位相マスクを用いて作製した線形チャープドファイバークレーティングの群遅延特性を示した図である。

図11は描画回数2回のチャープド位相マスクを用いて作製した線形チャープドファイバークレーティングの群遅延特性を示した図である。

図12は描画回数4回のチャープド位相マスクを用いて作製した線形チャープドファイバグレーティングの群遅延特性を示した図である。

図13は図10の場合の群遅延揺らぎを示した図である。

図14は図11の場合の群遅延揺らぎを示した図である。

図15は図12の場合の群遅延揺らぎを示した図である。

図16は従来の1例のブラッグ回折格子付き光ファイバーの反射特性を示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の光ファイバー加工用位相マスクの製造方法を実施例に基づいて説明する。

図2(b)に、図5(a)のような配置で光ファイバー中にブラッグ回折格子を作製するための交互に凹溝26と凸条27の繰り返しパターンからなる位相マスク21の長尺方向の一部分の断面図を示す。このようなマスク21の凹溝26と凸条27は、図2(a)の上面図に示すように、電子線レジストを塗布した石英基板(図4参照)上を電子ビームの走査線28が凹溝26に沿う方向へ向くようにラスタースキャンして描画することにより凹溝26を露光し、図に破線で示すように、電子ビームのスキャンをブランクにすることにより凸条27が作製される。本発明に基づく長尺のマスク21全体の露光は、図2(a)中、二重矢印で示す方向(凹溝26と凸条27に直角な方向)へラスタースキャンを行い、上記のように、凹溝26を描画すべき位置においては、所定の走査線数(図の場合は5本)だけ実際のスキャンを行い、次の凸条27を描画すべき位置においては同じ走査線数だけスキャンをブランクにし、これを連続的に多数繰り返すことにより所定長さの位相マスク21を一度に電子線露光する方法である。

すなわち、図6に模式的に示すように、電子銃1、電子銃1から放射された電子ビーム2を収束させる電子レンズ3、収束された電子ビーム14を偏向させる電子線偏向器4、電子線偏向器4によって1方向(X方向)に走査させる収束電子ビーム14の走査方向に直交する方向(Y方向)へ移動可能な描画ステージ5

からなる電子線描画装置を用いて、描画ステージ5上に電子線レジストを塗布した石英基板からなる位相マスクブランク10を載置する。そして、描画ステージ5を走査方向に直交する方向（Y方向）へ一定速度で送りながら、位相マスクブランク10上に収束電子ビーム14で所定繰り返し間隔で走査方向（X方向）へ偏向して凹溝26を電子線描画する。

このとき、多重露光を全パターン領域にわたって行い、繋ぎエラーを低減する。この原理を次に説明する。図3は、異なるピッチを持つパターン $P_1 \sim P_5$ を接続してピッチが線形あるいは非線形に増加あるいは減少するパターンを描画する様子を示す図であり、パターン $P_1 \sim P_5$ を順次描画しながら接続していく。このとき、現実には繋ぎエラーにより各パターンの境界になる凸条になる部分が本来の設定値よりも狭くなったり、広くなったりする。このような繋ぎエラーがあると、そのような位相マスクを用いて作製されたファイバークレーティング上で特異点を形成し、図16との関連で説明したように、本来のスペクトル以外の不要なピークが多数生じたり、チャープドグレーティングにおいては、その群遅延特性に揺らぎが生じ、光ファイバーの分散補償に用いる場合に重要な問題を生じる。

図1は、パターン $P_1$ と $P_2$ 間の境界を示した図である。符号26<sub>1</sub>は、エラーなしで描画露光できた場合の $P_1$ の最後の凹溝部分（実線）を示し、26<sub>2</sub>はエラーなしで描画露光できた場合の $P_2$ の最初の凹溝部分（実線）を示す。また、26<sub>3</sub>は第i回目に多重露光された $P_1$ の最後の凹溝部分（破線）を示し、26<sub>4</sub>は第i回目に多重露光されたときの $P_2$ の最初の凹溝部分（破線）を示す。また、 $\Delta X_i$ は26<sub>1</sub>の中心位置Xと26<sub>3</sub>の中心位置 $X_i$ との差を示し、 $\Delta Y_i$ は26<sub>2</sub>の中心位置Yと26<sub>4</sub>の中心位置 $Y_i$ との差を示す。なお、図1は、格子の繰り返し方向、格子溝に沿う方向の両方向にエラーが生じる場合を考慮して図示してあるが、格子の繰り返し方向のみにエラーが生じる場合には、格子溝に沿う方向両端の実線と破線の位置間に誤差は生じない。

ここで、第i回目に露光された部分だけを考えると、 $P_1$ と $P_2$ の間の繋ぎエラーは $\Delta Y_i - \Delta X_i$ で与えられる。ところで、最終的には、N回の多重露光に



より、パターンの繋ぎエラーは  $(\Delta Y_1 + \dots + \Delta Y_N) / N - (\Delta X_1 + \dots + \Delta X_N) / N$  になるが、 $i$  が 2 以上の場合、統計的にこのエラー  $(\Delta Y_1 + \dots + \Delta Y_N) / N - (\Delta X_1 + \dots + \Delta X_N) / N$  は、 $\Delta Y_1 - \Delta X_1$  よりも小さくなる確率が高い。これは、多重露光により  $P_1$  と  $P_2$  の間の繋ぎエラーは減少しやすいことを意味する。また、他のパターン間も同様であって、結局、多重露光によって全体として繋ぎエラーは減少することになる。

この場合に、各パターンは通常よりも少ない露光量で全描画領域を描画し、続けて各パターンを全領域でオーバーラップさせて多重描画する。オーバーラップさせて描画する回数が 1 回の場合には、露光量は従来の方法の半分であり、オーバーラップの回数が増えると共に、露光量は従来の方法に対して回数分の 1 とする必要がある。なお、描画は電子線描画装置にて行ってもよく、また、レーザ光描画装置にて行うこともできる。

具体例として、高圧水素充填を施して感光性を高めた石英光ファイバーを感光性光ファイバー 22 (図 5) とし、上記の本発明の方法で連続的に露光し、下記の工程を経て作製された長さ 35 mm のピッチが一定の位相マスク 21 を用いて、図 5 (a) の配置で感光性ファイバー 22 のコア 22 A に直接屈折率の変調をもたらした。ただし、紫外線レーザ光源として、アルゴン SHG レーザ (波長: 244 nm) を用いた。このようにして作製されたブラッグ回折格子付き光ファイバーの反射特性を図 9 に示す (図 9 の横軸は波長、縦軸は強度である。)。図 16 と比較すれば明らかなように、不要なピークは小さくなっている。

以下、上記位相マスク 21 の製造工程について説明する。

基本パターンデータとして、0.125  $\mu\text{m}$  のアドレスユニットからなり、10 本の走査線からなる 1 ピッチ分の描画データを用意する。縮尺は (所望の格子ピッチ) / (0.125  $\times$  10) で与えられる。この縮尺と基本パターンデータとを用いて、電子線描画装置により透明基板上に塗布された電子線レジスト上を描画する。以下、このような描画方法を用いた本発明の位相マスク製造方法の 1 実施例を説明する。

図 4 はこの実施例の工程を示した断面図である。図 4 中、10 は位相マスクの

ブランク、11は石英基板、12はクロム薄膜、12Aはクロム薄膜パターン、12Bはクロム薄膜開口部、13は電子線レジスト、13Aはレジストパターン、13Bはレジスト開口部、14は電子線（ビーム）、21は位相マスク、26は凹溝、27は凸条である。

まず、図4（a）に示すように、石英基板11上に150Å厚のクロム薄膜12をスパッタにて成膜したブランク10を用意した。クロム薄膜12は、後工程の電子線レジスト13に電子線14を照射する際のチャージアップ防止に役立ち、石英基板に凹溝26を作製する際のマスクとなるものであるが、クロム薄膜エッチングにおける解像性の点でもその厚さの制御は重要で、100～200Å厚が適当である。

次いで、図4（b）に示すように、電子線レジスト13としては、電子線レジストを厚さ400nmに塗布し、乾燥した。

この後、図4（c）に示すように、電子線レジスト13を電子線描画装置MEBSIII（ETEC社製）にて、ピッチが同じ凹溝と凸条からなる複数のパターンを並列させて露光量 $0.6\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で描画し、続いて、もう一度同じパターンを $0.6\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で重ねて描画した。このとき、描画の順序は、図7に示すように逆の方向から行う。なお、2度目の描画方向は、図8に示すように、1度目と同じ方向でもよい。

露光後、90℃で5分間ベーク（PEB：Post Exposure Baking）した後、2.38%濃度のTMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）で電子線レジスト13を現像し、図4（d）に示すような所望のレジストパターン13Aを形成した。なお、露光後のベーク（PEB）は電子ビーム14が照射された部分を選択的に感度アップするためのものである。

次いで、レジストパターン13Aをマスクとして、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ガスを用いてドライエッチングして、図4（e）に示すようなクロム薄膜パターン12Aを形成した。

次いで、図4（f）に示すように、クロム薄膜パターン12Aをマスクとして $\text{CF}_4$ ガスを用いて石英基板11を深さ240nmだけエッチングした。深さの

制御はエッチング時間を制御することにより行われ、深さ200～400 nmの範囲で制御してエッチングが可能である。

この後、図4 (g) に示すように、70℃の硫酸にてレジストパターン13Aを剥離し、次いで、図4 (h) に示すように、硝酸第二セリウムアンモニウム溶液によりクロム薄膜パターン12Aをエッチングして除去し、洗浄処理を経て、深さ240 nm、ピッチ1.07 μmのライン（凸条27）&スペース（凹溝26）の位相マスク21を完成した。

この位相マスクを使って、光ファイバーのコア内に回折格子を形成し、1.55 μm帯の広帯域な光を光ファイバー内に入力し、その反射スペクトルを計測した。その結果、図9のように、ノイズ成分が低減したスペクトルを得ることができた。

以上は、一様なピッチのファイバークレーティングの反射スペクトルを改善する例であったが、本発明を利用して、線形若しくは非線形にピッチが長手方向に変化するチャープドファイバークレーティングの群遅延特性も改善することができる。図10～図12は、描画回数が異なる3種類のチャープド位相マスクを用いて作製した線形チャープドファイバークレーティングの群遅延特性を示したものである。これらの図の横軸は波長、縦軸は相対群遅延時間である。これら線形チャープドファイバークレーティングの長さは100 mm、帯域（半値全幅）は約1 nmであり、反射率は99%である。なお、作製に用いたチャープド位相マスクは、

$$\Lambda(i) = (\Lambda_0 + \Delta\Lambda \times i) / n$$

( $\Lambda(i)$  は  $i$  番目のパターンのピッチ、 $n$  は光ファイバーのコア屈折率) の式に従ってピッチが1.0722 μmから1.0730 μmへ線形に変化する100個のパターンを並列させて描画接続し、上記の一様なピッチの位相マスクを作製する場合と同様の工程を経て作製したものであり、図10は従来の作製法、すなわち、描画回数が1回のマスクによるものであり、図11は2回の描画回数のマスクによるものであり、図12は描画回数が4回のマスクによるものである。明らかに、描画回数が多くなるにつれて、それから得た線形チャープドファ

イバークレーティングの群遅延特性は滑らかになっている。図13～図15はそれぞれ図10～図12における群遅延特性を直線回帰させて得た直線からのズレを示したものであり、群遅延揺らぎを意味している。これらの図の横軸は波長、縦軸は群遅延揺らぎである。図13は群遅延揺らぎが $\pm 15$  ps程度であるが、図14は $\pm 10$  ps程度になっており、図15は $\pm 10$  ps以内になっている。

以上、本発明の光ファイバー加工用位相マスクの製造方法及びその光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたブラッグ回折格子付き光ファイバーを実施例に基づいて説明してきたが、本発明はこれら実施例に限定されず、種々の変形が可能である。なお、以上の発明においては、電子線描画装置としてラスタースキャン型のものを用いるものとしたが、ベクタースキャン型のもの、あるいは、その他の方式のものを用いる場合にも、本発明を適用することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上の説明から明らかなように、本発明によると、凹溝と凸条の幅の比が一定の複数のパターンを相互に並列したマスクを作製する際に多重露光するので、位置精度のずれが平均化され、それによってピッチが異なるパターンの接続部分の繋ぎエラーが小さくなる。そのため、ピッチが異なるファイバークレーティングにおいては、中心のブラッグ波長の両側に不要なピークが生じないため、波長選択性が向上する。また、ピッチが線形若しくは非線形に変化するいわゆるチャープドファイバークレーティングにおいては、その群遅延特性において揺らぎが低減され、分散補償特性が飛躍的に向上する。



### 請 求 の 範 囲

1. 透明基板の1面に格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンが設けられ、その繰り返しパターンによる回折光を光ファイバーに照射して異なる次数の回折光相互の干渉縞により光ファイバー中に回折格子を作製する光ファイバー加工用位相マスクの製造方法において、ピッチが線形あるいは非線形に増加あるいは減少し、凹溝と凸条の幅の比が一定の複数のパターンを相互に並列したマスクを作製する際に、異なるピッチデータを持つパターン間の接続部分のピッチと個別パターン内のピッチとのずれを小さくするために多重露光することを特徴とするファイバー加工用位相マスクの製造方法。
2. 請求項1において、前記の異なるピッチデータを持つ複数のパターンを並列して多重描画する際に、同一方向に多重描画することを特徴とする光ファイバー加工用位相マスクの製造方法。
3. 請求項1において、前記の異なるピッチデータを持つ複数のパターンを並列して多重描画する際に、逆方向に多重描画することを特徴とする光ファイバー加工用位相マスクの製造方法。
4. 請求項1から3の何れか1項において、前記格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンのピッチが0.85～1.25  $\mu\text{m}$ の間で変化していることを特徴とする光ファイバー加工用位相マスクの製造方法。
5. 請求項1から4の何れか1項において、前記格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンの凹溝と凸条の高さの差が、光ファイバー加工用の紫外線が透過する際に位相が略 $\pi$ だけずれる大きさであることを特徴とする光ファイバー加工用位相マスクの製造方法。
6. 請求項1から5の何れか1項において、前記格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンは、1つの凹溝と凸条からなる基本パターンの描画データを基本とし、その基本パターンの描画データの縮尺を変えて前記のピッチが異なる凹溝と凸条からなるパターンを連続的に描画することにより作製することを特徴とする

光ファイバー加工用位相マスクの製造方法。

7. 請求項6において、前記の格子状の凹溝と凸条の繰り返しパターンのピッチの位置に応じた変化は、光ファイバー中に作製される回折格子のピッチの変化に応じて定められ、前記基本パターンの描画データの縮尺に応じた変化により与えられることを特徴とする光ファイバー加工用マスク製造方法。

8. 請求項1から7の何れか1項において、描画は電子線描画装置にて行うことを特徴とする光ファイバー加工用マスク製造方法。

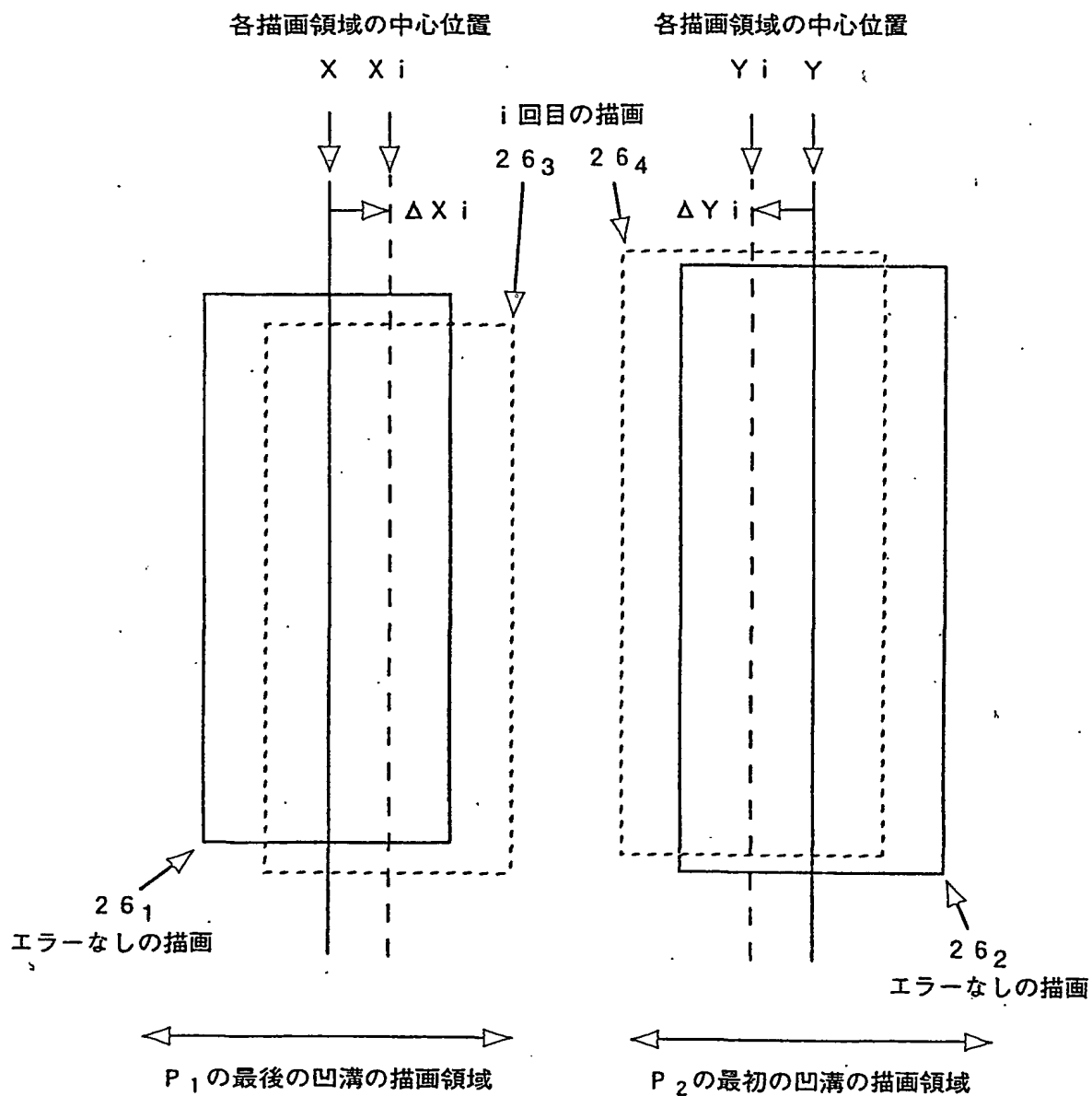
9. 請求項1から7の何れか1項において、描画はレーザ光描画装置にて行うことを特徴とする光ファイバー加工用マスク製造方法。

10. 請求項1から9の何れか1項に記載の製造方法によって製造された光ファイバー加工用位相マスクを使用して作製されたことを特徴とするブラック回折格子付き光ファイバー。

11. 請求項10記載のブラック回折格子付き光ファイバーは、光ファイバーの分散補償用途に使用されるものであることを特徴とするブラック回折格子付き光ファイバー。

12. 請求項11記載のブラック回折格子付き光ファイバーの群遅延揺らぎが $\pm 10 \text{ p s}$ 以内になっていることを特徴とするブラック回折格子付き光ファイバー。

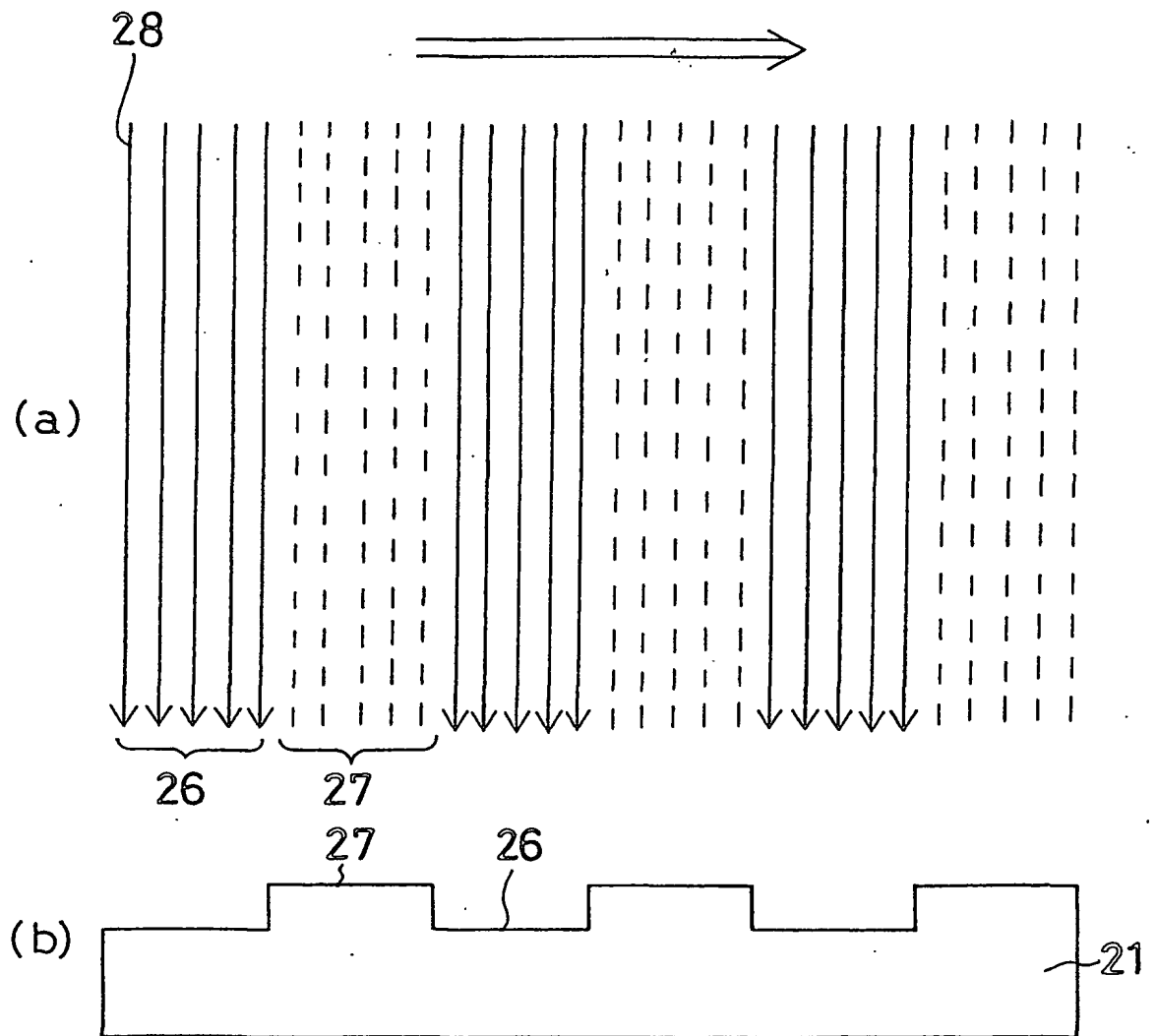
## 第 1 図





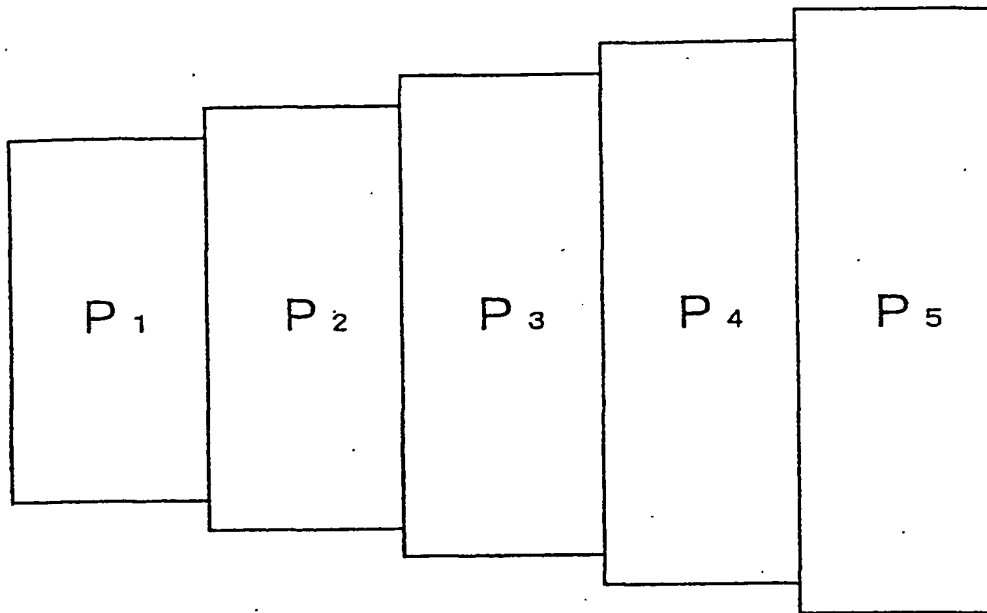


第 2 図



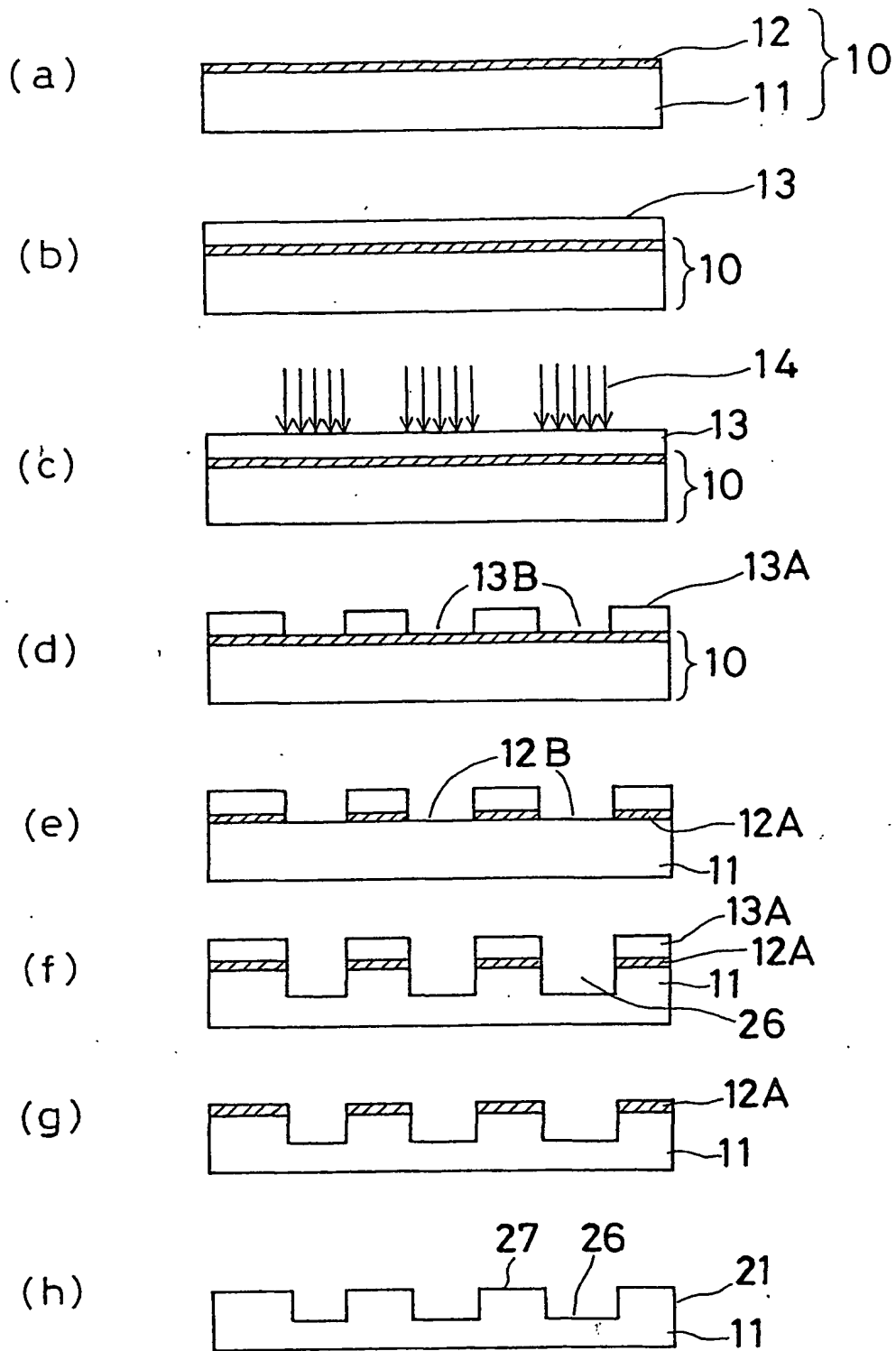


第 3 図



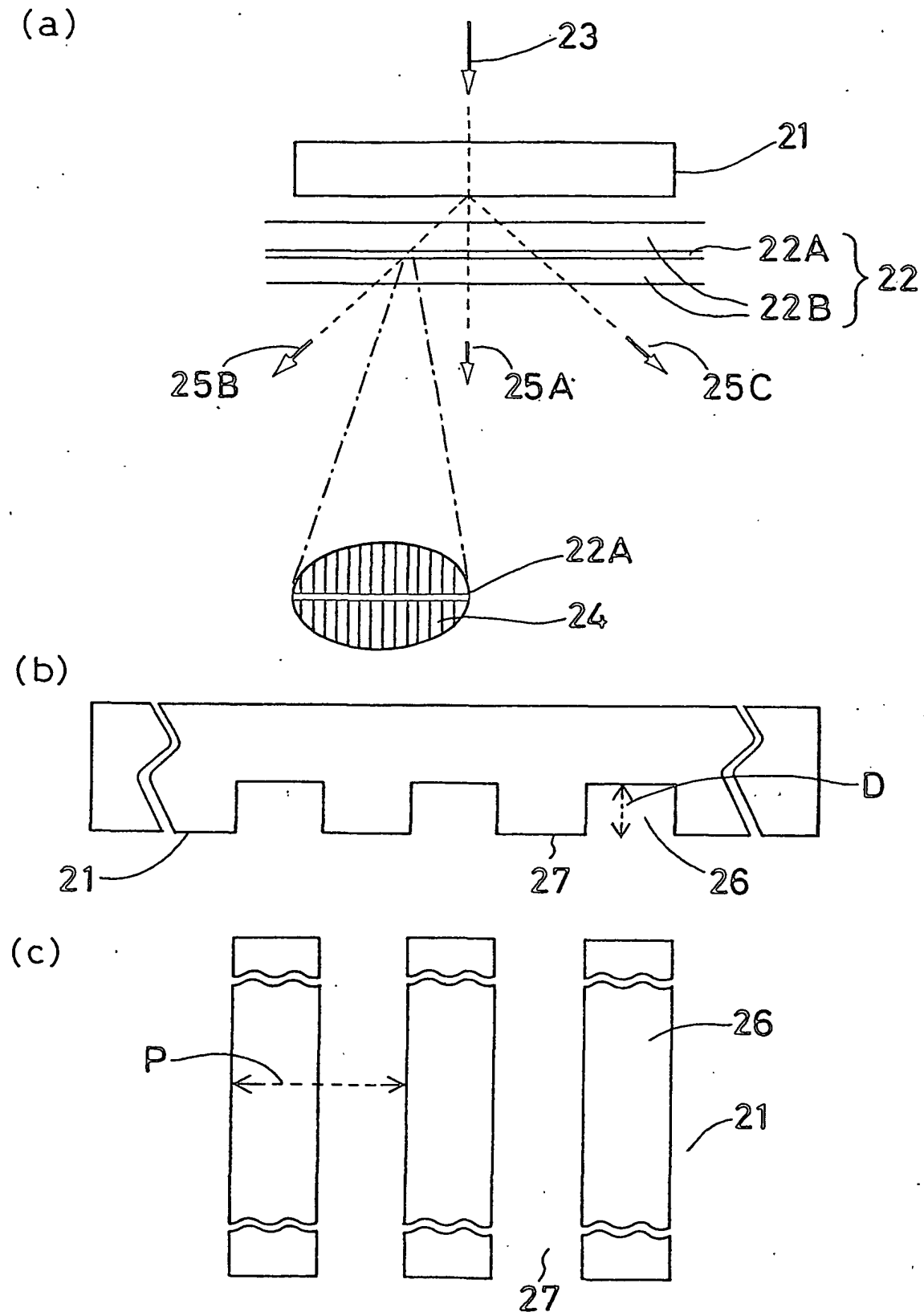


第 4 図





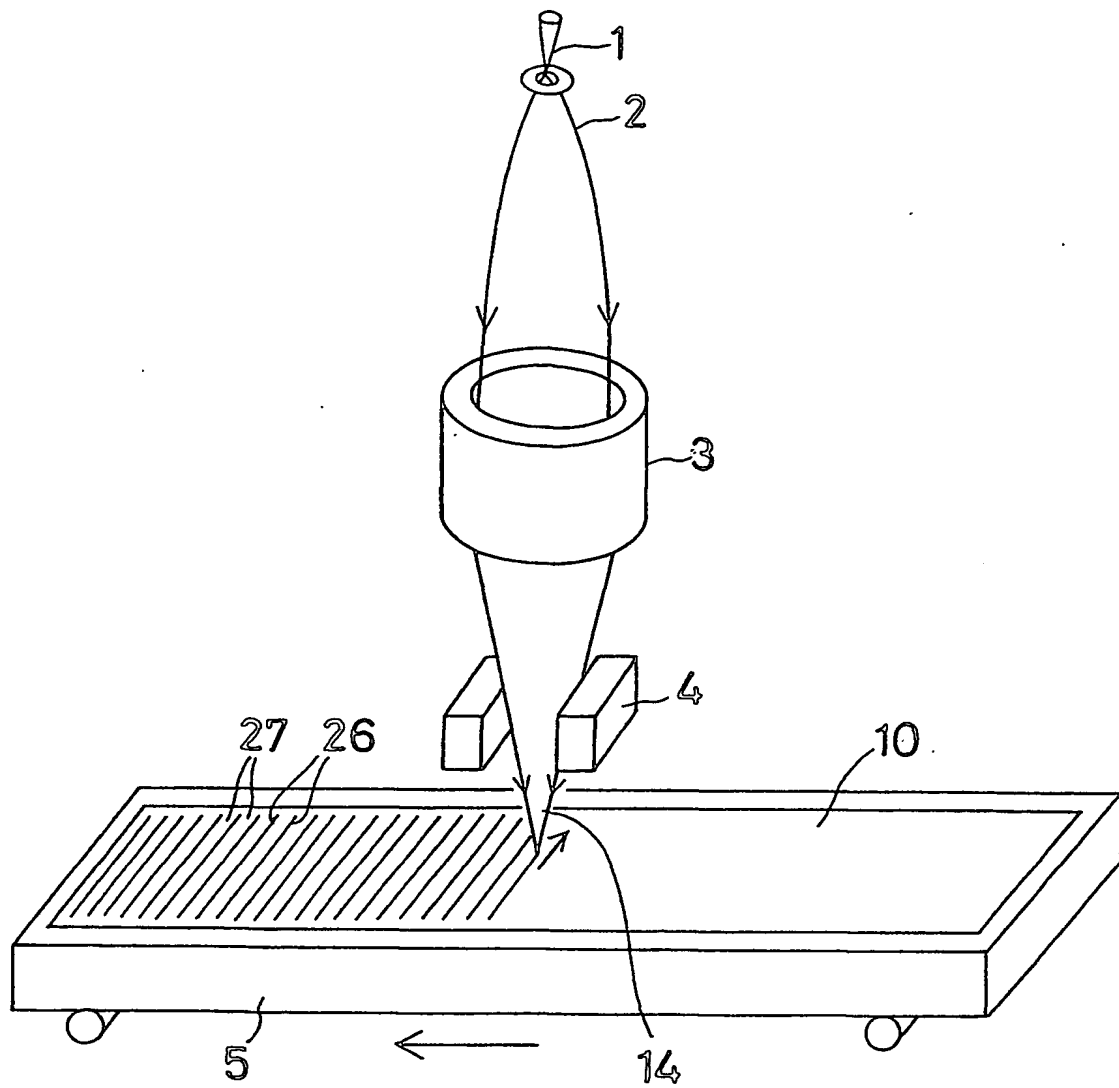
## 第 5 図





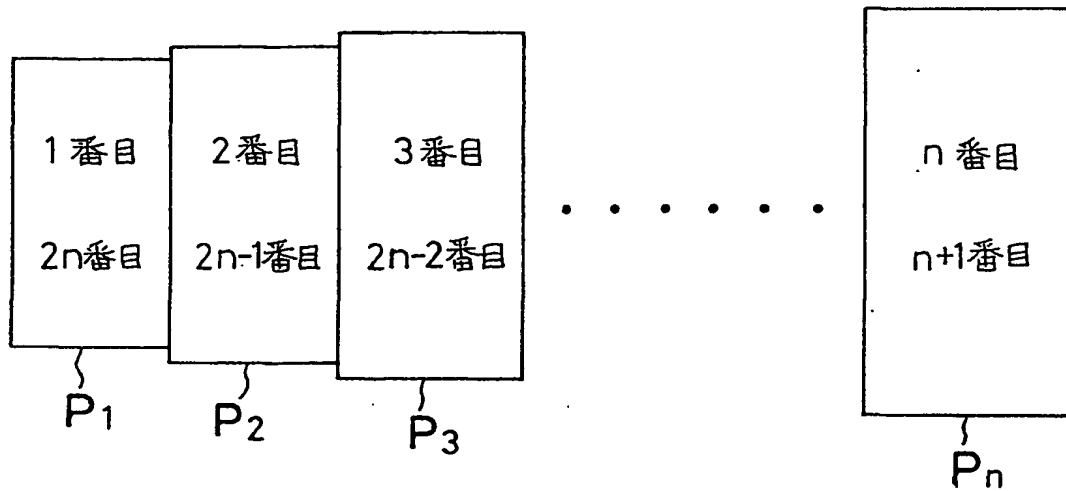


第 6 図

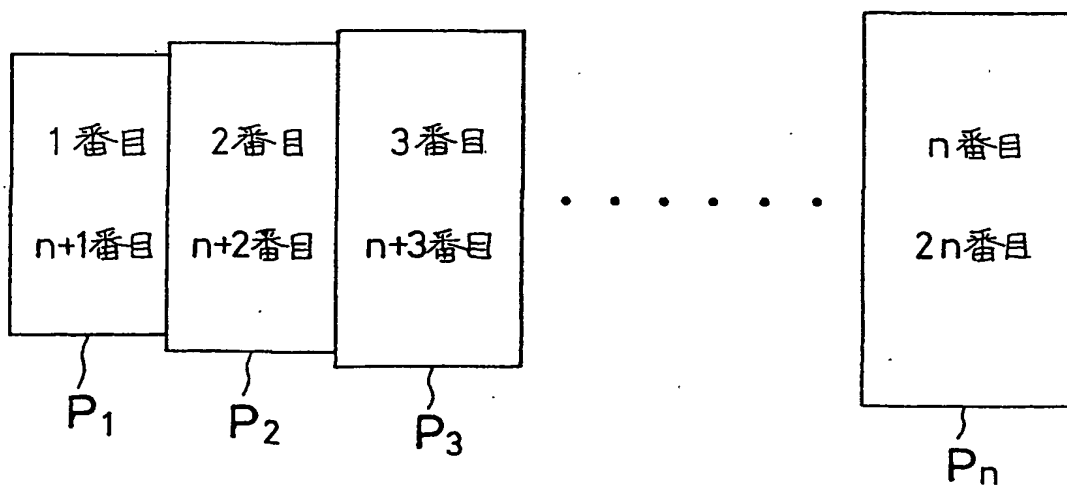




第 7 図

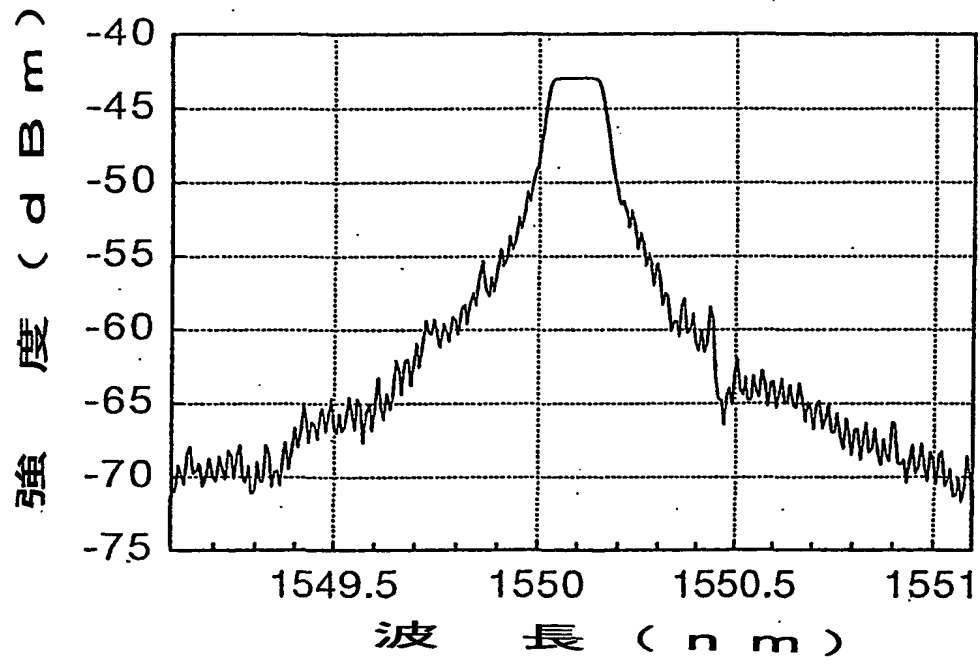


第 8 図



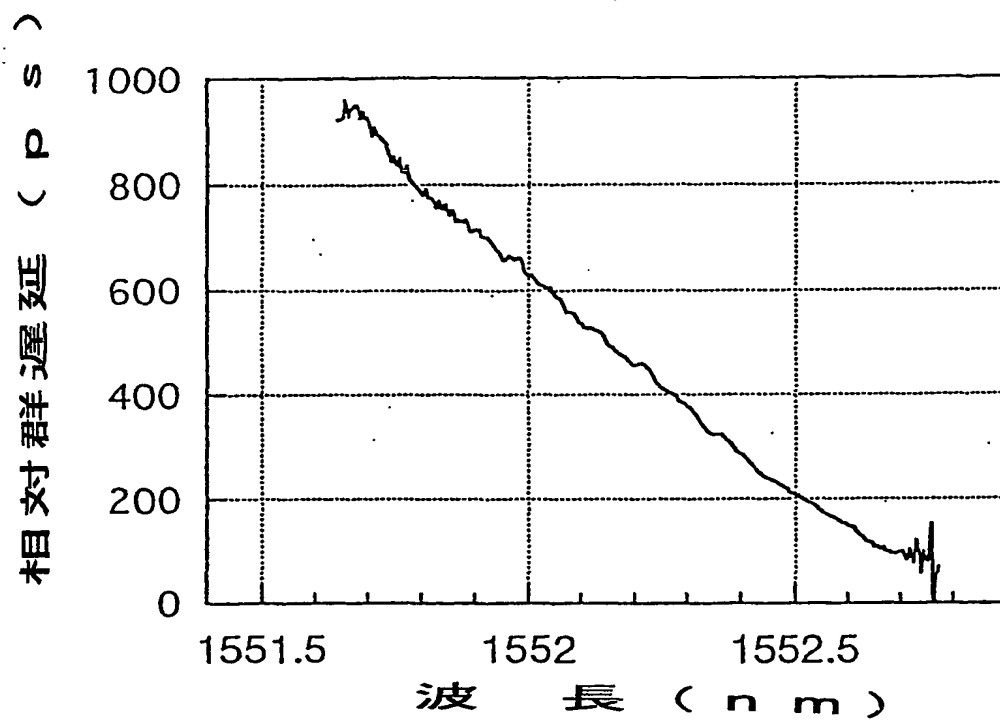


第9図

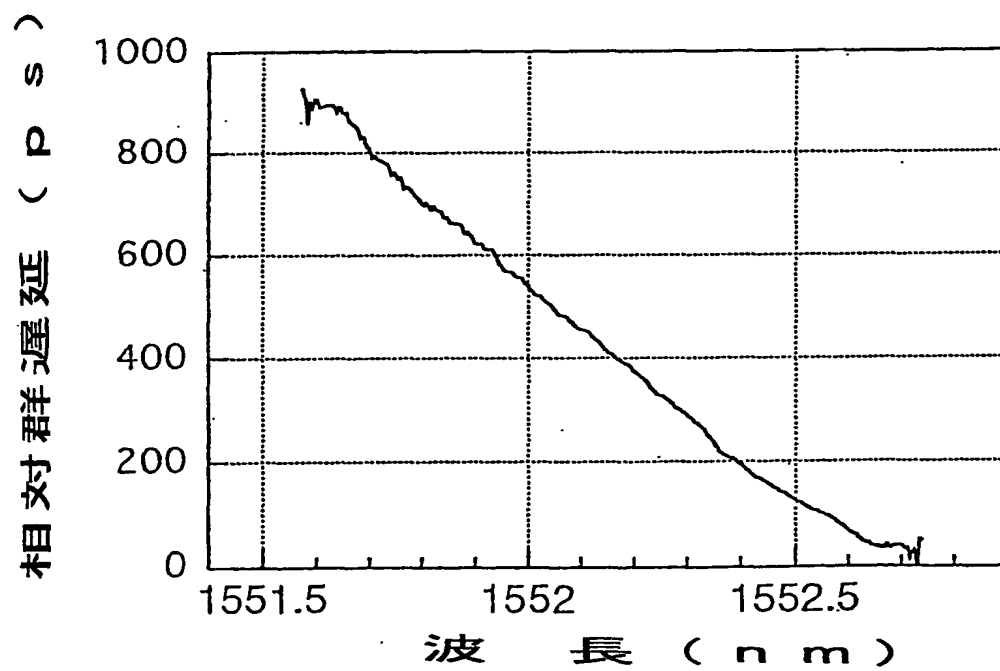




第 1 0 図



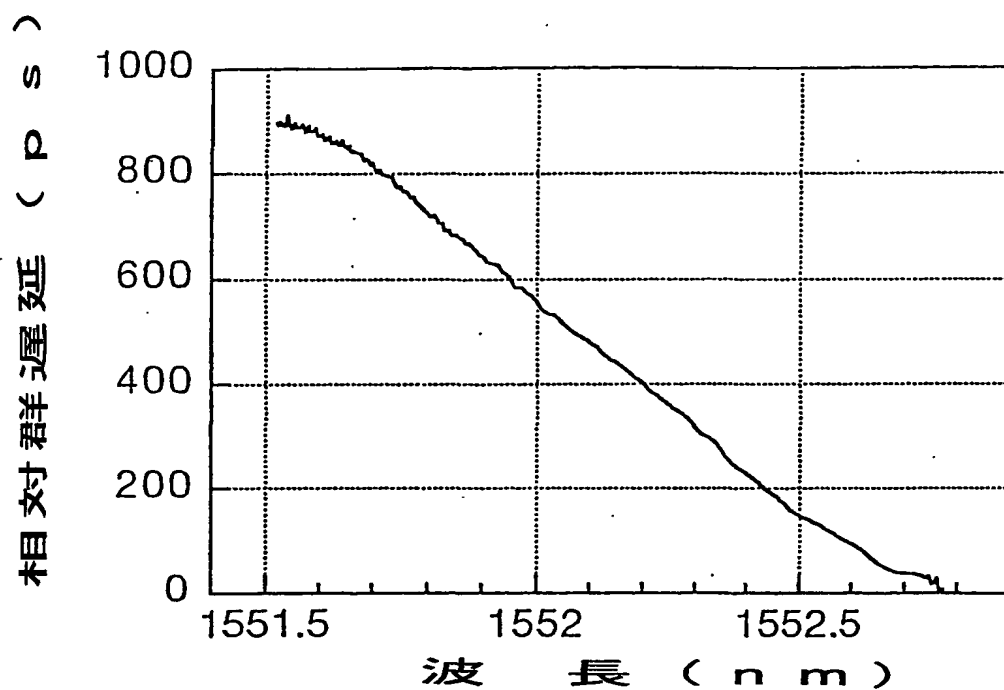
第 1 1 図



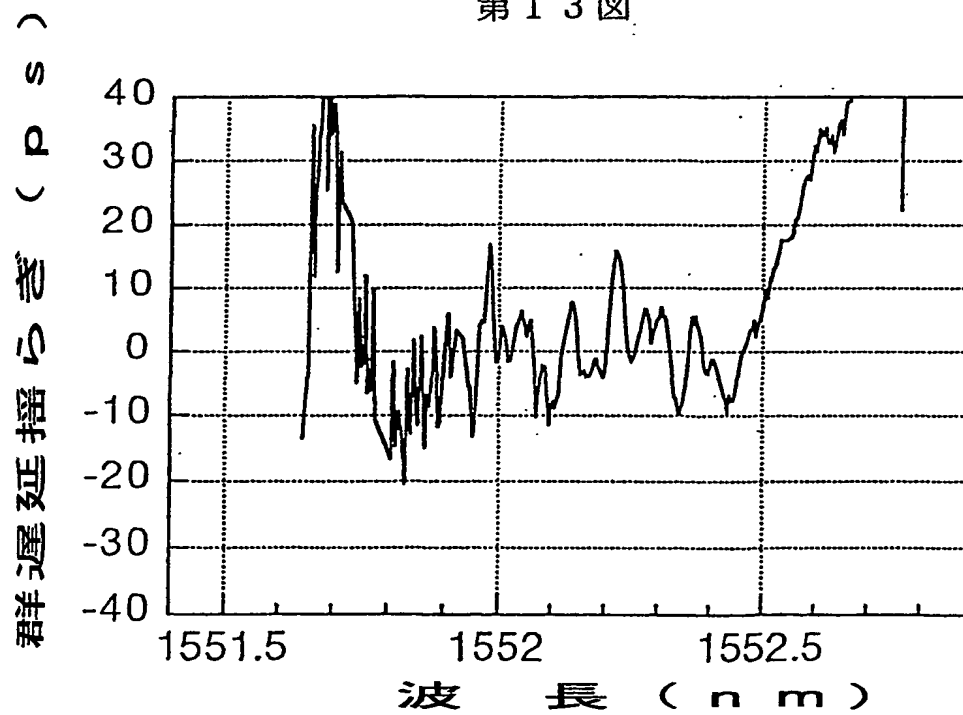




第 1 2 図

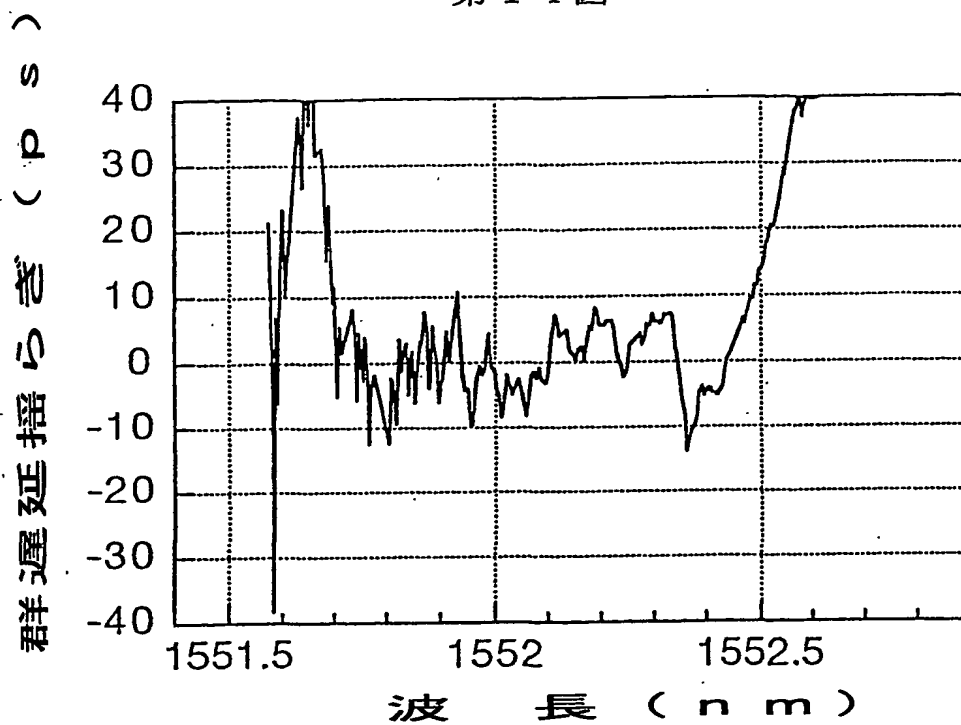


第 1 3 図

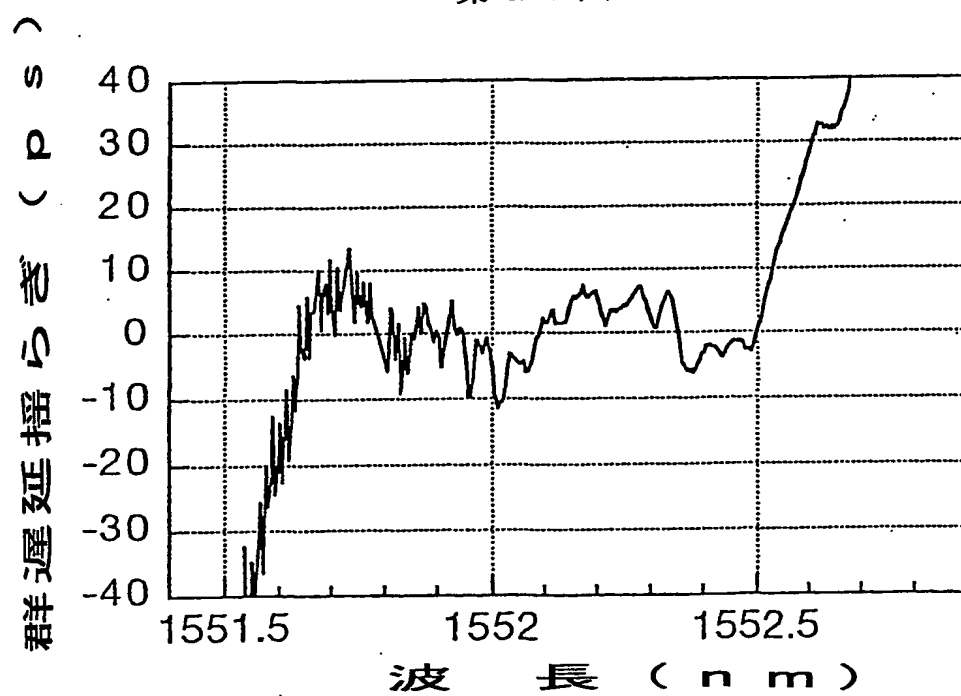




第 1 4 図

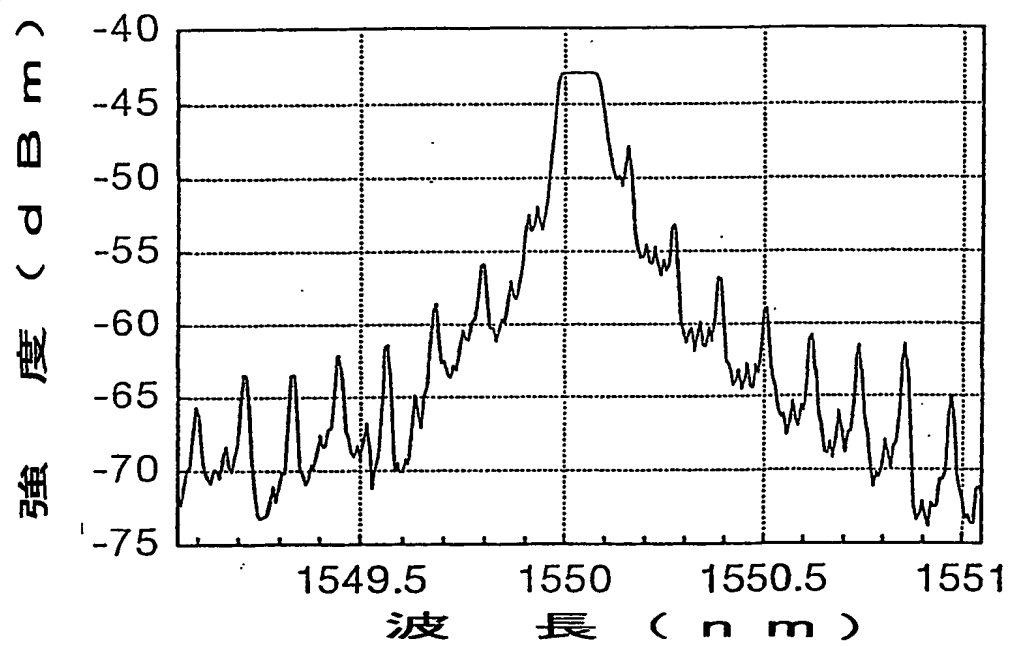


第 1 5 図





第 1 6 図





## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, 936505, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.), 18 August, 1999 (18.08.99), Full text; all drawings & JP, 11-84623, A1 Full text; all drawings & WO, 99/12075, A1	1-12
Y	EP, 940695, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.), 08 September, 1999 (08.09.99), Full text; all drawings & JP, 11-72631, A Full text; all drawings & WO, 99/01787, A1 & US, 6214495, B1	1-12
Y	JP, 9-80738, A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 28 March, 1997 (28.03.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	EP, 602829, A2 (AT&T Corp.), 22 June, 1994 (22.06.94), Full text; all drawings & JP, 6-265709, A	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 May, 2001 (09.05.01)Date of mailing of the international search report  
22 May, 2001 (22.05.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Full text; all drawings & US, 5413884, A & TW, 242182, A & TW, 248596, A	
Y	D. M. Tennant, T. I. Koch, P. P. Mulgrew, and R. P. Gnall, Characterization of near-field holography grating masks for optoelectronics fabricated by electron beam lithography, Journal of Vacuum Science & Technology B, November/December 1992, Volume 10, Number 6, pp.2530-2535	1-12
Y	US, 5327515, A (AT&T Laboratories), 05 July, 1994 (05.07.94), Full text; all drawings & JP, 6-235808, A Full text; all drawings & EP, 606727, A & CA, 2111808, A & DE, 69325640, E	1-12
Y	JP, 7-219243, A (Nikon Corporation), 18 August, 1995 (18.08.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	US, 5981962, A (International Business Machines Corporation), 09 November, 1999 (09.11.99), Full text; all drawings; esp., description, column 16 lines 11 to 39 & JP, 11-265071, A Full text; all drawings & US, 6175122, B1	1-12
Y	JP, 3-188617, A (Matsushita Electronic Corporation), 16 August, 1991 (16.08.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	JP, 58-222523, A (Hitachi, Ltd.), 24 December, 1983 (24.12.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	JP, 59-143324, A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 16 August, 1984 (16.08.84), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	JP, 6-36994, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 10 February, 1994 (10.02.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-12



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B5/18, G02B6/16, G02B6/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP, 936505, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.) 18. 8月. 1999 (18. 08. 99) 全文、全図 & JP, 11-84623, A1, 全文、全図 & WO, 99/12075, A1	1-12
Y	EP, 940695, A1 (Dai Nippon Printing Co., Ltd.) 8. 9月. 1999 (08. 09. 99) 全文、全図 & JP, 11-72631, A, 全文、全図 & WO, 99/01787, A1 & US, 6214495, B1	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの。  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 05. 01

国際調査報告の発送日

22.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

2V

9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-80738, A (大日本印刷株式会社) 28. 3月. 1997 (28. 03. 97) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	EP, 602829, A2 (AT&T Corp.) 22. 6月. 1994 (22. 06. 94) 全文、全図 & JP, 6-265709, A, 全文、全図 & US, 5413884, A & TW, 242182, A & TW, 248596, A	1-12
Y	D. M. Tennant, T. I. Koch, P. P. Mulgrew, and R. P. Gnall, Characterization of near-field holography grating masks for optoelectronics fabricated by electron beam lithography, Journal of Vacuum Science & Technology B, November/December 1992, Volume 10, Number 6, P2530-2535	1-12
Y	US, 5327515, A (AT&T Laboratories) 5. 7月. 1994 (05. 07. 94) 全文、全図 & JP, 6-235808, A, 全文、全図 & EP, 606727, A & CA, 2111808, A & DE, 69325640, E	1-12
Y	JP, 7-219243, A (株式会社ニコン) 18. 8月. 1995 (18. 08. 95) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	US, 5981962, A (International Business Machines Corporation) 9. 11月. 1999 (09. 11. 99) 全文、全図、特に明細書第16欄第11行-第39行 & JP, 11-265071, A, 全文、全図 & US, 6175122, B1	1-12
Y	JP, 3-188617, A (松下電子工業株式会社) 16. 8月. 1991 (16. 08. 91) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP, 58-222523, A (株式会社日立製作所) 24. 12月. 1983 (24. 12. 83) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 59-143324, A (沖電気工業株式会社) 16. 8月. 1984 (16. 08. 84) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP, 6-36994, A (日本電信電話株式会社) 10. 2月. 1994 (10. 02. 94) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12

